



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  
PATENTAMT(12) **Patentschrift**  
(10) DE 195 43 219 C 1(51) Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F01N 3/18**  
F 01 N 3/10  
F 02 B 47/08  
F 02 D 41/14  
F 02 D 21/08

(21) Aktenzeichen: 195 43 219.3-13  
 (22) Anmeldetag: 20. 11. 95  
 (43) Offenlegungstag: —  
 (45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 5. 12. 96

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

## (73) Patentinhaber:

Mercedes-Benz Aktiengesellschaft, 70327 Stuttgart,  
DE

## (72) Erfinder:

Pischinger, Stefan, Dr.-Ing., 71336 Waiblingen, DE;  
Schön, Christof, Dr.-Ing., 73630 Remshalden, DE;  
Weibel, Michel, Dr.-Ing., 70619 Stuttgart, DE;  
Krutzsch, Bernd, Dr.-Chem., 73770 Denkendorf, DE;  
Pfaff, Rüdiger, 70499 Stuttgart, DE; Boegner, Walter,  
71686 Remseck, DE(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:DE 43 19 294 C1  
DE 43 43 763 A1  
EP 05 60 991 A1

## (54) Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors mit einer zwischen Abgasleitung und Ansaugluftleitung angeordneten Abgasrückführreinrichtung mit einem Stellglied, das zur Betätigung der Abgasrückführreinrichtung von einem hilfskraftbetätigten Stellantrieb in Abhängigkeit von Signalen einer elektronischen Steuereinrichtung aus betätigbar ist, ferner mit einer Motorregelung, die eine fett/mager-Regelung des Dieselmotors in Abhängigkeit von dessen Betriebsparametern ermöglicht, des weiteren mit einem in der Abgasleitung angeordneten Speicherkatalysator, in dem Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) adsorbierbar, desorbierbar und reduzierbar sind und mit einem stromab des Speicherkatalysators angeordneten Sensor zur Erfassung der  $\text{NO}_x$ -Konzentration im Abgasstrom, von dem aus bei Erreichen eines kennfeldmäßig in Abhängigkeit von Drehzahl und Last variierenden  $\text{NO}_x$ -Speicher-Schwellwertes von einem Betrieb mit einem Lambda-Wert größer eins auf einen Betrieb mit einem Lambda-Wert kleiner eins umgeschaltet wird.

DE 195 43 219 C 1

DE 195 43 219 C 1

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors gemäß Patentanspruch 1.

Aus der DE 43 34 763 A1 ist ein Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine bekannt, wobei in einer Abgasreinigungsanlage eine Adsorptionseinrichtung für Stickoxide ( $\text{NO}_x$ ) angeordnet ist, die  $\text{NO}_x$  adsorbiert, wenn das Luft-Brennstoff-Verhältnis Lambda des in die Adsorptionseinrichtung strömenden Abgases mager (Lambda größer 1) ist und adsorbiertes  $\text{NO}_x$  freigesetzt, wenn das Luft-Brennstoff-Verhältnis Lambda des in die Adsorptionseinrichtung strömenden Abgases fett (Lambda kleiner 1) wird. Die Temperatur der  $\text{NO}_x$ -Adsorptionseinrichtung wird durch Einspritzen von Brennstoff in das Abgas, wenn die Temperatur der  $\text{NO}_x$ -Speichereinrichtung fällt, und durch Einblasen von Luft in das Abgas, wenn die Temperatur der  $\text{NO}_x$ -Adsorptionseinrichtung zu hoch wird, innerhalb eines festgelegten Bereiches gehalten.

Zum allgemeinen technischen Hintergrund wird noch auf die Druckschriften DE 43 19 294 C1 und EP 0 560 991 A1 verwiesen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, bei dem der  $\text{NO}_x$ -Speicher- und Regenerationsprozeß gegenüber dem gattungsbildenden Stand der Technik derart verbessert wird, daß eine weitere Verminderung der Stickoxid-Emissionen besonders von Dieselmotoren möglich ist.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Die Merkmale der Unteransprüche geben vorteilhafte Aus- und Weiterbildungen der Erfindung an.

Ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt darin, daß es besonders auch für die nachmotorische Stickoxid ( $\text{NO}_x$ ) -Minderung von Dieselmotoren einsetzbar ist, wobei eine Regeneration des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators nicht durch einen einfachen Lambda-Sprung realisiert wird, sondern es sind andere, auf den Dieselmotor angepaßte Maßnahmen erforderlich. Derartige Maßnahmen sind beispielsweise eine auf das Abgasnachbehandlungssystem optimierte Abgasrückführung, eine angepaßte Ansaugluftdrosselung und eine zusätzliche Einspritzung von Kraftstoff. Ziel dieser Maßnahmen ist es, zum einen ausreichend Reduktionsmittel in Form von Kohlenwasserstoffen (HC) zur  $\text{NO}_x$ -Reduktion zur Verfügung zu stellen und zum anderen kurzzeitig im Abgas eine reduzierend wirkende Atmosphäre zu erzeugen, die den Regenerationsprozeß unterstützt. Mit dem vorschlagsgemäßen Speicherkatalysator ist bereits bei einer Temperatur ab etwa 120°C und somit bei relativ niederen Abgastemperaturen eine Adsorption von  $\text{NO}_x$  erreichbar. Bei Temperaturen ab etwa 200°C findet gemeinsam mit einer HC-Oxidation eine mehr als 60%-ige  $\text{NO}_x$ -Reduktion der im Abgas enthaltenen  $\text{NO}_x$  statt. Zusätzlich werden die zuvor bei tiefen Temperaturen adsorbierten Stickoxide zum Großteil reduziert, wodurch eine Regeneration des  $\text{NO}_x$ -Speicherkatalysators erreicht wird. Bei der Reduktion der Stickoxide werden sowohl die laufend erzeugten Stickoxide als auch die bei niederen Abgastemperaturen im Adsorber adsorbierten Stickoxide durch die Kohlenwasserstoffe reduziert.

Weitere Vorteile der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen und der Beschreibung hervor.

In der Zeichnung ist die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schemazeichnung eines Dieselmotors

mit Abgasrückführung und einer Motorsteuerung nebst zugehörigen Leitungen, die einzelne Aggregate wie Einspritzanlage,  $\text{NO}_x$ -Sensor, Speicherkatalysator, Drosselklappe und  $\text{O}_2$ -Sonde mit der Motorsteuerung verbinden und

Fig. 2 einen Konzentrationsverlauf von aus dem  $\text{NO}_x$ -Adsorber ausgestoßenen  $\text{NO}_x$  und HC in Abhängigkeit von einer Reaktortemperatur des Speicherkatalysators ( $\text{NO}_x$ -Adsorbers) bei einer vorgegebenen Eingangskonzentration von HC = 900 ppm und  $\text{NO}_x$  = 300 ppm.

Fig. 1 zeigt in einer Schemazeichnung einen Dieselmotor 1 mit einer Ansaugleitung 2 und einer Abgasleitung 3 sowie einer Motorregelung 4, die über Leitungen 15 mit unten näher bezeichneten Bauteilen, Meß- und Regeleinrichtungen 7 – 16 des Dieselmotors verbunden ist.

Der Dieselmotor 1 umfaßt eine Einspritzanlage 5 sowie eine Abgasrückföhreinrichtung 6 (Abgasrückföhreleitung), in der ein Stellglied 7 (Abgasrückföhrentil) 20 angeordnet ist, das zur Betätigung der Abgasrückföhreinrichtung 6 von einem hilfskraftbetätigten, nicht näher dargestellten Stellantrieb in Abhängigkeit von Signalen einer elektronischen Steuereinrichtung bzw. von der Motorregelung 4 aus betätigbar ist.

In der Ansaugleitung 2 befindet sich eine Drosselklappe 8 sowie ein Luftmassenmesser 9 und ein Drucksensor 10 und in der Abgasleitung 3 ist eine  $\text{O}_2$ -Sonde 11, ein Speicherkatalysator ( $\text{NO}_x$ -Adsorber) 12 zur Speicherung von Stickoxiden, einen Temperatursensor 13, ein HC-Sensor 14 und ein  $\text{NO}_x$ -Sensor 15 zur Erfassung der  $\text{NO}_x$ -Bestandteile im Abgasstrom sowie eine Abgasklappe 16 angeordnet.

Die Motorregelung 4 umfaßt eine Einlese-Einheit 17 (Eingangsseite) und eine Ausgabe-Einheit 18 (Ausgangsseite) sowie eine Rechner-Einheit 19, in der einzelne Kennfelder KF und Regelalgorithmen RA für die Regelung des Dieselmotors 1 abgelegt sind. Die Kommunikation der Motorregelung 4 mit den Bauteilen, Meß- und Regeleinrichtungen 7 – 16 des Dieselmotors 1 erfolgt über Leitungen 20 und eingeschaltigen Analog/Digital-Wandlern 21 bzw. ausgangsseitigen Digital/Analog-Wandlern 22.

Der Speicherkatalysator 12 ( $\text{NO}_x$ -Adsorber) ist im wesentlichen ein Dreiecks-Katalysator mit zusätzlichen  $\text{NO}_x$ -Speicherkomponenten wie etwa Perowskiten (z. B.  $\text{LaCoO}_3$ ) und umfaßt in prinzipiell bekannter Weise einen Träger aus Aluminium-Oxid, auf dem eine Katalysator-Edelmetall-Dispersion aufgetragen ist, die aus einer Kombination von Elementen aus einer oder mehreren der folgenden Gruppen des Periodensystems besteht: der Gruppe der Alkalimetalle (z. B. Kalium, Lithium) und/oder der Gruppe der Erdalkalimetalle (z. B. Barium, Strontium) und/oder der Seltenen Erdmetalle (z. B. Lanthan) und/oder der Gruppe der Edelmetalle (z. B. Platin, Palladium).

In Fig. 2 ist ein Konzentrationsverlauf von Stickoxiden ( $\text{NO}_x$ ) und Kohlenwasserstoffen (HC) am Ausgang des Speicherkatalysators 12 in Abhängigkeit von dessen Reaktortemperatur dargestellt, wobei beim Einströmen 60 in den Adsorber die Eingangskonzentration der Stickoxide  $\text{NO}_x$  = 300 ppm und die der Kohlenwasserstoffe HC = 900 ppm beträgt. Auf der Abszisse ist die Reaktortemperatur in °C (Grad Celsius) und auf der Ordinate die Konzentration in ppm (parts per million) von  $\text{NO}_x$  bzw. HC im Abgas nach dem Durchströmen des Speicherkatalysators 12 aufgetragen. Die durchgezogene Linie stellt den Konzentrationsverlauf des  $\text{NO}_x$  und die strichlierte Linie die HC-Konzentration in Abhängig-

keit der Reaktortemperatur dar.

In einem Temperaturbereich von 100–200°C findet vor allem Adsorption von NO<sub>x</sub> aber auch bereits beginnende Reduktion von NO<sub>x</sub> im Speicherkatalysator 12 statt. Ab einer Temperatur von ca. 200°C erfolgt durch die Oxidation der HC und simultane Reduktion von NO<sub>x</sub> eine katalytische Umsetzung von NO<sub>x</sub> in N<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>.

Der leicht ansteigende Kurvenverlauf der NO<sub>x</sub>-Konzentration auf der Ausströmseite des Speicherkatalysators 12 bei höheren Temperaturen ( $T > 250^\circ\text{C}$ ) röhrt daher, daß eine Direktoxidation der Kohlenwasserstoffe bei höheren Temperaturen im sauerstoffhaltigen Abgas begünstigt wird und die Umsatzrate der NO<sub>x</sub>-Reduktion zunehmend abnimmt. Im Verlauf der HC-Konzentration ist deutlich zu sehen, daß ab ca. 250°C Reaktortemperatur nahezu sämtliches HC verbraucht ist. Bei höheren Reaktortemperaturen T (T größer 400°C) kommt es im Speicherkatalysator 12 zu einer Thermo-desorption von zuvor gespeichertem NO<sub>x</sub>. Man kann jedoch eindeutig erkennen, daß es über den gesamten dieselrelevanten Abgastemperaturbereich insgesamt zu einer signifikanten Verringerung von NO<sub>x</sub> im Abgas kommt.

Hierzu kann man die beiden Flächen A<sub>1</sub> und A<sub>2</sub> vergleichen, die zwischen der NO<sub>x</sub>-Konzentrationskurve und einer Parallelen zur Abszisse bei 300 ppm NO<sub>x</sub> (= Konzentration von NO<sub>x</sub> beim Einströmen in den Speicherkatalysator 12) aufgespannt werden und die den NO<sub>x</sub>-Gehalt des aus dem Adsorber strömenden Abgas 25 es repräsentieren. Die Fläche A<sub>1</sub> verläuft dabei in Abszissenrichtung von 100°C bis zum Schnittpunkt S der NO<sub>x</sub>-Konzentrationskurve mit der Parallelen zur Abszisse bei 300 ppm (Schnittpunkt S ca. bei 350°C) und die Fläche A<sub>2</sub> verläuft von besagtem Schnittpunkt S bis 30 zu 500°C. Man erkennt deutlich, daß die unterhalb der 300 ppm-Linie aufgespannte Fläche A<sub>1</sub> größer ist als die oberhalb der 300 ppm-Linie aufgespannte Fläche A<sub>2</sub>. Somit wird über den gesamten Temperaturbereich betrachtet wesentlich mehr NO<sub>x</sub> durch Adsorption und katalytische Umsetzung in unschädliche Bestandteile umgesetzt als NO<sub>x</sub> durch Temperaturdesorption freigesetzt wird.

Die Fläche A<sub>1</sub> ist noch in Flächenbereiche A<sub>a</sub> und A<sub>k</sub> unterteilbar, wobei die Fläche A<sub>a</sub> das im Speicherkatalysator 12 vorwiegend adsorbierten NO<sub>x</sub> und die Fläche A<sub>k</sub> die im Speicherkatalysator 12 katalytisch umgesetzten NO<sub>x</sub> repräsentiert.

Die Motorregelung 4 ermöglicht nun eine fett/mager-Regelung des Dieselmotors 1 in Abhängigkeit Betriebsparametern wie Last, Drehzahl und Einspritzmenge. Vom NO<sub>x</sub>-Sensor 15 wird bei Erreichen eines kennfeldmäßig in Abhängigkeit von Drehzahl und Last variierenden NO<sub>x</sub>-Speicher-Schwellwertes von einem Betrieb des Dieselmotors 1 mit einem Luft-Kraftstoffverhältnis (Lambda-Wert) größer eins ("Normalbetrieb") auf einen Betrieb mit einem Lambda-Wert kleiner eins umgeschaltet.

Bei einem Betrieb mit Lambda kleiner 1 wird der NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator 12 regeneriert, d. h. gespeichertes NO<sub>x</sub> wird durch HC reduziert, wobei der Regenerationsbetrieb durch Abgasrückführung, Erhöhung des Abgasgegendruckes oder eine im Bereich des Verbrennungsendes zugeführte zusätzliche Kraftstoffmenge oder auch durch Ansaugluftdrosselung eingeleitet und unterstützt wird. So wird zur optimalen Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 12 speziell in einem Temperaturfenster von 200–250°C zusätzlicher Kraft-

stoff vor den NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator 12 eingespritzt.

Bei einem Motorbetrieb von Lambda größer 1 erfolgt eine Adsorption von NO<sub>x</sub>, solange der NO<sub>x</sub>-Adsorber noch nicht gesättigt ist. Als Reduktionsmittel für die NO<sub>x</sub> kann zusätzlich Ruß eingesetzt werden.

Die Einleitung des Regenerationsbetriebes durch Veränderung der Abgaszusammensetzung wird durch im folgenden beschriebene motorische Regelungsmaßnahmen vorgenommen: Zunächst wird der Motor zwischen Speicher- und Regenerationsbetrieb des Speicherkatalysators betrieben. Es erfolgt eine Erfassung des NO<sub>x</sub>-Massenstromes über ein Kennfeld (Drehzahl, Last, Einspritzmenge). Stromab des Speicherkatalysators ist ein NO<sub>x</sub>-Sensor angeordnet, der in Abhängigkeit von Drehzahl, Last und Einspritzmenge bei Erreichen eines NO<sub>x</sub>-Schwellwertes automatisch auf Regenerationsbetrieb umschaltet, was bedeutet, daß die Abgaszusammensetzung entsprechend verändert wird. Diese Veränderung der Abgaszusammensetzung erfolgt durch folgende Motorregelungs-Maßnahmen in Abhängigkeit von Betriebsparametern des Motors:

- elektronisch geregelte Abgasrückführung,
- Ansaugluftdrosselung,
- zusätzliche Nacheinspritzung von Diesel-Kraftstoff (insbesondere bei Common-Rail-Einspritzsystemen),
- Optimierung der Abgaszusammensetzung mittels Messung der Rußpartikel,
- Steuerung der Regeneratortemperatur des Speicherkatalysators 12 (NO<sub>x</sub>-Adsorber) über die Abgasklappe 16 oder über einen stromauf des Adsorbers 12 angeordneten, nicht dargestellten Brenner.

Die fett/mager-Regelung des Dieselmotors 1 erfolgt in Abhängigkeit des Restsauerstoffgehaltes im Abgas. Dieser wird durch eine im Abgassystem angeordnete O<sub>2</sub>-Sonde (z. B. Lambda-Sonde) gemessen oder anhand der eingespritzten Kraftstoffmenge und der angesaugten Luftmasse rechnerisch ermittelt.

Ziel der oben beschriebenen motorischen Maßnahmen ist es, zum einen ausreichend Reduktionsmittel beispielsweise in Form von Kohlenwasserstoffen zur NO<sub>x</sub>-Reduktion zur Verfügung zu stellen und zum anderen kurzeitig im Abgas und/oder auf der Katalysatoroberfläche eine reduzierend wirkende Atmosphäre zu erzeugen, die den Regenerationsprozeß unterstützt.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird zur Verbesserung der NO<sub>x</sub>-Reduktion in einem Temperaturbereich des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 12 im Bereich von 200–300°C zusätzlich HC als Reduktionsmittel zugeführt. Dies bewirkt eine Vermeidung der oben beschriebenen Thermo-desorption NO<sub>x</sub> und somit eine weitere Verringerung der NO<sub>x</sub>-Emissionen.

Bei Untersuchungen wurde festgestellt, daß in NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysatoren in oxidierender Atmosphäre unerwünschtes Lachgas (N<sub>2</sub>O) gebildet wird. Vorschlagsgemäß kann die Produktion von Lachgas dadurch verhindert werden, daß die Abgaszusammensetzung durch gezielte HC-Zudosierung derart geregelt wird, daß das Abgas im NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator 12 reduzierend wirkt. Um die N<sub>2</sub>O-Bildung wirksam zu verhindern, ist es zudem nötig, daß die Reaktortemperatur des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 12 größer gleich etwa 350°C ist. Um diese Reaktortemperatur zu erreichen, wird neben den bereits oben ausgeführten motorischen Maßnahmen als weitere innermotorische Maßnahme vorgeschlagen, einen Einspritzbeginn in Richtung "spät" zu

legen, was eine Steigerung der Abgastemperatur bewirkt. Über die so gesteigerten Abgastemperaturen ist die erforderliche Aufheizung des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 12 auf einfache Weise erreichbar.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung kann neben dem NO<sub>x</sub>-Sensor 15 auch der HC-Sensor 14 zur Steuerung der Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 12 eingesetzt werden. Der HC-Sensor 14 kann die Vollständigkeit der Regeneration im Betrieb bei Lambda kleiner 1 erkennen, da die HC-Emissionen im "fett-Betrieb" stark ansteigen, sobald die Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators 12 abgeschlossen ist.

Wie in Fig. 1 strichpunktiert angedeutet ist, kann in einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung auch ein strukturiertes Katalysatorsystem mit einem motornahen NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator und einem Unterbodenkatalysator mit oder ohne NO<sub>x</sub>-Speicherfunktion, der in Fig. 1 mit 12' bezeichnet ist, vorgesehen werden. Analog zu Lambda-Sonde 11, Temperatursensor 13, HC-Sensor 14 und NO<sub>x</sub>-Sensor 15 können im Bereich des Unterbodenkatalysators 12' eine Lambda-Sonde 11', ein Temperatursensor 13', ein HC-Sensor 14' und ein NO<sub>x</sub>-Sensor 15' angeordnet sein. Mit einer NO<sub>x</sub> und abgastemperaturgeführten HC-Dosierstrategie (beispielsweise wie oben erwähnt über Nacheinspritzung von Kraftstoff mittels Common-Rail) kann das Temperaturfenster beider Katalysatoren angepaßt werden und so die Adsorption, Desorption und Reduktion (Konversion) von NO<sub>x</sub> optimal geführt und beeinflußt werden. Im wirksamen Temperaturfenster des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators wird HC entsprechend der anfallenden NO<sub>x</sub>-Menge nachgespritzt. Zu Beginn des zur Desorption und Reduktion wirksamen Temperaturfensters wird die HC-Nacheinspritzung gezielt zur Erhöhung der Temperatur und Veränderung der Abgaszusammensetzung genutzt. Beides begünstigt die zur NO<sub>x</sub>-Reduktion notwendigen Reaktionen.

Weiterhin läßt sich durch eine optimale Nachspritzstrategie von HC die N<sub>2</sub>O-Bildung drastisch reduzieren.

Durch die motornahen und motorfernen Anordnung der beiden Katalysatoren ist gewährleistet, daß beide Katalysatoren in unterschiedlichen Temperaturbereichen arbeiten und so abgestimmt sind, daß die Funktionen Desorption (motornaher Katalysator) und gleichzeitig Reduktion (motorferner Katalysator) ergänzend wirken, d. h. bei einer Desorption von NO<sub>x</sub> im motornahen Katalysator 12 erfolgt gleichzeitig eine Reduktion von NO<sub>x</sub> im Unterbodenkatalysator 12'.

Zur Steuerung des strukturierten Katalysatorsystems läßt sich die NO<sub>x</sub>-Menge entweder aus dem Motor- kennfeld bestimmen oder über einen NO<sub>x</sub>-Sensor messen.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Dieselmotors (1)
  - mit einer zwischen Abgasleitung (3) und Ansaugluftleitung (2) angeordneten Abgasrückführreinrichtung (6)
  - mit einem Stellglied (7), das zur Betätigung der Abgasrückführreinrichtung von einem hilfskraftbetätigten Stellantrieb in Abhängigkeit von Signalen einer elektronischen Steuerungseinrichtung aus betätigbar ist,
  - ferner mit einer Motorregelung (4), die eine fett/mager-Regelung des Dieselmotors (1) in Abhängigkeit von dessen Betriebsparametern ermöglicht,

— desweiteren mit einem in der Abgasleitung (3) angeordneten Speicherkatalysator (12), in dem Stickoxide (NO<sub>x</sub>) adsorbierbar, desorbierbar und reduzierbar sind

— und mit einem stromab des Speicherkatalysators (12) angeordneten Sensor (15) zur Erfassung der NO<sub>x</sub>-Konzentration im Abgasstrom,

— von dem aus bei Erreichen eines kennfeldmäßig in Abhängigkeit von Drehzahl und Last variierenden NO<sub>x</sub>-Speicher-Schwellwertes von einem Betrieb mit einem Lambda-Wert größer eins auf einen Betrieb mit einem Lambda-Wert kleiner eins umgeschaltet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei Betrieb mit Lambda kleiner 1 der Speicherkatalysator (12) regeneriert wird und die Stickoxide (NO<sub>x</sub>) reduziert werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regenerationsbetrieb durch Abgasrückführung, Erhöhung des Abgasgegendruckes oder eine im Bereich des Verbrennungsendes zugeführte zusätzliche Kraftstoffmenge oder auch durch Ansaugluftdrosselung eingeleitet und unterstützt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Abgasklappe (16) in der Abgasleitung (3) vorgesehen ist, wobei mit besagter Abgasklappe (16) im Regenerationsbetrieb Abgas zur Erzeugung eines erhöhten Abgasgegendruckes aufgestaut wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erhöhung der Abgastemperatur für den Regenerationsbetrieb Brenner im Bereich des Speicherkatalysators (12) angeordnet ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß Ruß zusätzlich als Reduktionsmittel eingesetzt wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die fett/mager-Regelung des Dieselmotors (1) in Abhängigkeit des Restsauerstoffgehaltes im Abgas ermittelt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in einem wirksamen Temperaturfenster des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators (12) von 200–300°C zusätzlich HC als Reduktionsmittel zugeführt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verhinderung einer Lachgasbildung im NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysator (12) dem Abgas gezielt Kohlenwasserstoffe (HC) zudosiert werden, um auf einer Katalysatoroberfläche eine reduzierend wirkende Atmosphäre zu erzeugen.

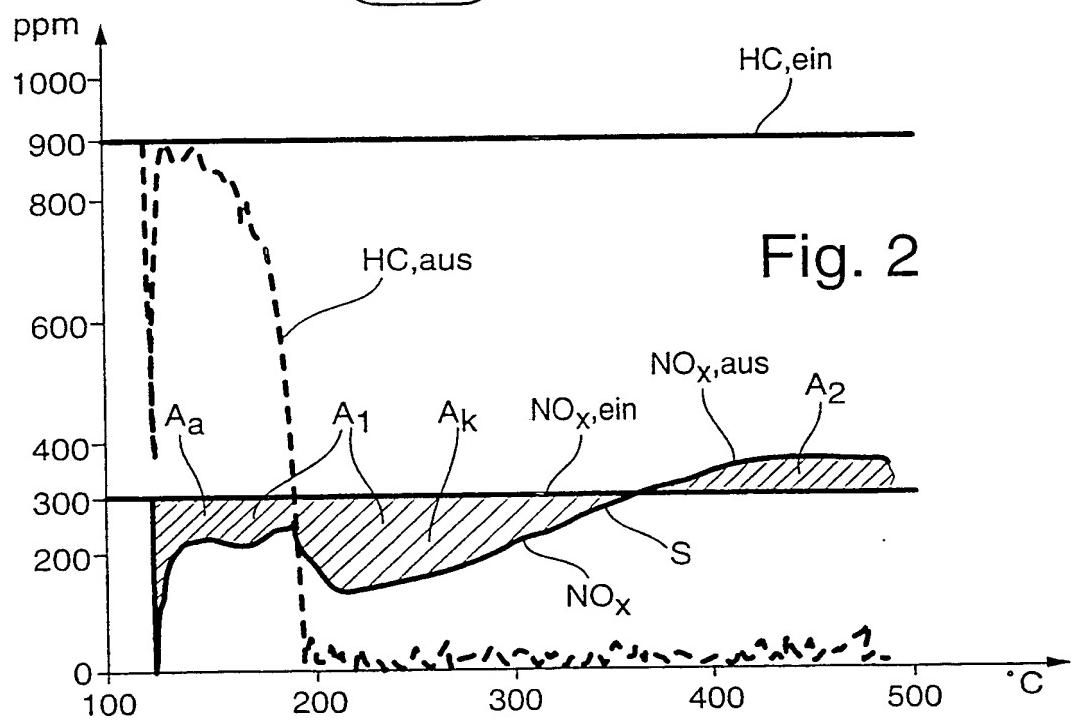
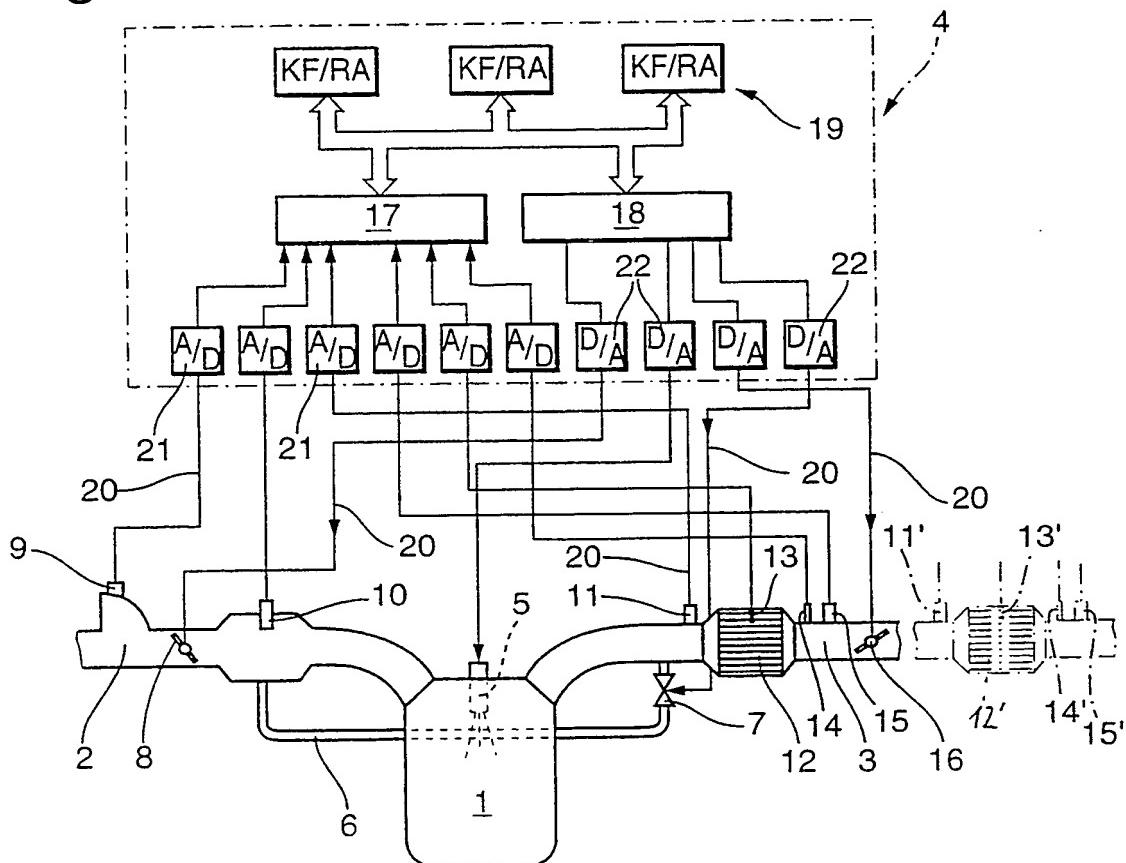
10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Abgasleitung zwei NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysatoren (12, 12') mit unterschiedlichen Arbeitsbereichen angeordnet sind, wobei diese Arbeitsbereiche temperaturmäßig derart abgestimmt sind, daß bei einer NO<sub>x</sub>-Desorption im motornahen Katalysators (12) eine NO<sub>x</sub>-Reduktion im motorfernen Katalysator (12') erfolgt.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung der Regeneration des NO<sub>x</sub>-Speicherkatalysators (12) bei Lambda kleiner 1 über einen HC-Sensor (14) erfolgt.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1



602 149/355